

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МОБИЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ИМИТАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕЕЗДА

Д. В. Абросимов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научный руководитель В. Б. Попов

В работе рассмотрена функциональная математическая модель (ФММ) мобильного сельскохозяйственного агрегата (МСХА), состоящего из движущегося колесного трактора с рабочим орудием, переведенным в транспортное положение.

Сформированная ФММ предназначена для расчета параметров вибрации переднего и заднего мостов трактора, с учетом влияния микрорельефа опорной поверхности [1].

Профиль поля или грунтовой дороги определяется микропрофилем поверхности, индуцирующей колебания колесных движителей. Таким образом, основным источником колебаний рассматриваемого МСХА являются неровности опорной поверхности – сельскохозяйственного фона, имеющие случайный характер. Вибрация колес в свою очередь передается на корпус трактора, что отрицательно влияет как на водителя, так и на надежность работы узлов и агрегатов МСХА.

Микропрофиль считается стационарным случайным процессом и основными его характеристиками являются: корреляционная функция, спектральная плотность и максимальная высота неровностей [2]. Корреляционная функция – $R_q(\tau)$ характе-

ризует структуру случайной функции неровности и для нее чаще всего выбирается аппроксимирующее выражение вида

$$R_q(\tau) = e^{-\alpha(\tau)} \cos \beta \tau,$$

где α и β – коэффициенты, характеризующие соответственно затухание и периодичность функции.

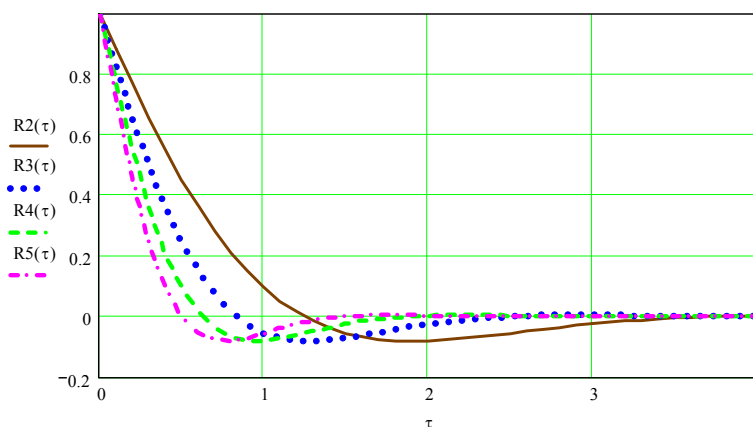


Рис. 1. Корреляционные функции неровностей среднестатистического агрофона для МСХА

Числовые значения α и β зависят от типа сельхозфона и скорости движения МСХА, поэтому для произвольной скорости определяются по их значениям, полученным из таблиц для скорости $v = 1$ м/с, используя следующие соотношения:

$$\alpha_{V_i} = \alpha_{V=1} V_i; \quad \beta_{V_i} = \beta_{V=1} V_i.$$

Распределение ординат микропрофиля подчиняется нормальному закону, из чего следует простая известная зависимость для максимальной высоты неровностей:

$$q_{\max} \approx 3\sigma_q.$$

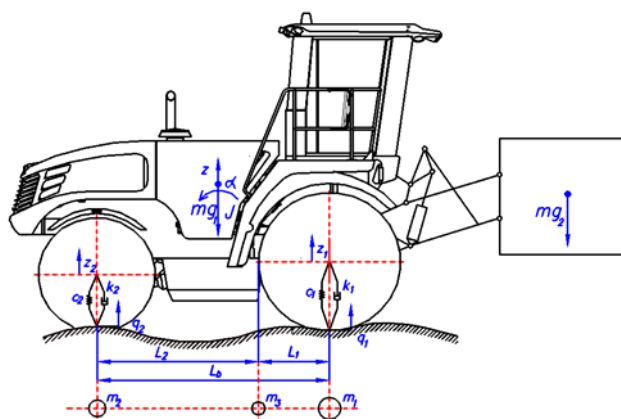


Рис. 2. Схема динамической модели МСХА в режиме транспортного переезда

Особенностью формирования данной ФММ транспортного переезда МСХА являются: учет влияния переведенной в транспортное положение навесной машины, которая приводит к изменению положения центра тяжести МСХА и соответствующему изменению общего момента инерции МСХА.

Работа МСХА характеризуется переходными динамическими процессами, происходящими в системе поддрессоривания при движении по неровностям опорной поверхности. Эти процессы описываются нелинейными дифференциальными уравнениями [3]. И в частности дифференциальные уравнения, описывающие колебания передней и задней частей агрегата, имеют вид:

1. Дифференциальные уравнения для передней части остова МСХА:

$$\ddot{z}_1 + h_1 \dot{z}_1 + \omega_1^2 z_1 - h_1 \dot{\xi}_1 - \omega_1^2 \xi_1 = 0;$$

$$\ddot{\xi}_1 + h_{k1} \dot{\xi}_1 + \omega_{k1}^2 \xi_1 - h_1 \dot{z}_1 - \omega_{k1}^2 z_1 - q_1 = 0.$$

2. Дифференциальные уравнения для задней части остова МСХА:

$$\ddot{z}_2 + h_2 \dot{z}_2 + \omega_2^2 z_2 = 0;$$

$$\ddot{z}_2 + h_2 \dot{z}_2 + \omega_2^2 z_2 - q_2 = 0.$$

Графики зависимости перемещения и ускорения сосредоточенного центра масс остова трактора «Беларус-2522» с плугом, находящимся в транспортном положении от времени, представлены на рис. 3 и 4 соответственно.

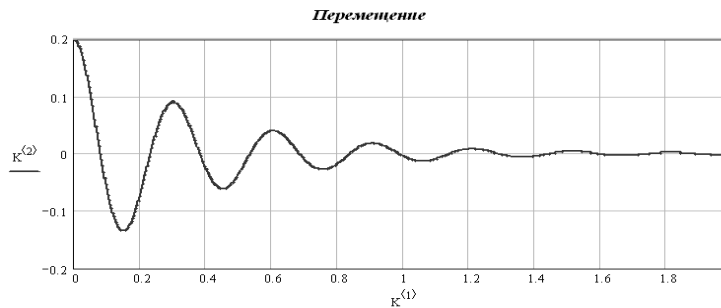


Рис. 3. График зависимости перемещения центра масс остова МСХА от времени

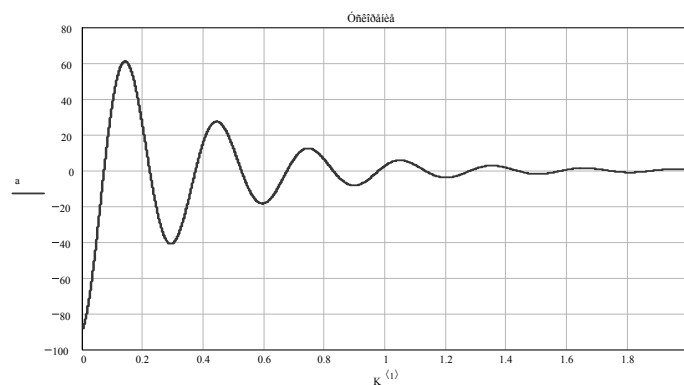


Рис. 4. График зависимости ускорения перемещения центра масс остова МСХА от времени

Рассмотренная ФММ транспортного переезда МСХА может быть использована для имитации равномерного движения агрегата и определения параметров вибрации колесных МСХА и агрегатируемых с ними орудий.

Л и т е р а т у р а

1. Гуськов, В. В. Тракторы / В. В. Гуськов. – Минск : Выш. шк., 1977. – Ч. II. Теория. – 384 с. : ил.
2. Барский, И. Б. Динамика трактора / И. Б. Барский, В. Я. Анилович, Г. М. Кутьков. – М. : Машиностроение, 1973. – 280 с.
3. Попов, В. Б. Математическое моделирование мобильного с/х агрегата в режиме транспортного переезда / В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2005. – № 3. – С. 13–18.